

# シャトル・スタミナテストによる持久性評価

— 工科系大学保健体育授業における一考察 —

土 肥 啓一郎

## Cardiorespiratory fitness evaluation through Shuttle Stamina Test

— A study conducted in the physical and health education class  
at the engineering university —

DOHI Keiichiro

### ABSTRACT

This study investigated the cardiorespiratory fitness of 131 students (116men and 15women) at K university through the shuttle stamina test (SST). The SST consisted of the self-paced running for 3 minutes on a 10m shuttle course. The heart rates at rest and immediately after SST were measured through the palpations. In addition, the rate of perceived exertion (RPE) was examined in response to SST (1=hard, 2=somewhat hard, 3=fairly light, 4=light). According to the SST norm, the mean total running distances of men (489.2m) and women (422.9m) were evaluated as “average”. The normal distributions were demonstrated regarding the SST results for both men and women. Although the mean RPE of men (1.6) was significantly lower than one of women (2.2), the heart rates were not significantly different between men and women at rest as well as after SST (men vs women ; 72 vs 73 beats/min at rest ; 149 vs 153 beats/min after SST). In addition, the percentage of the estimated maximal heart rate was not significantly different between men (74.1%) and women (75.9%). All students completed SST in 25 minutes without major injuries and accidents. These results suggest that SST may be considered as an appropriate cardiorespiratory fitness test for men and women in the physical and health education class at the engineering university.

**Key words :** cardiorespiratory fitness, Shuttle Stamina Test, the rate of perceived exertion

## はじめに

持久力とは、ある一定強度の運動を継続する能力を意味する（日本体育学会、2006）。疲労に対する抵抗力つまりスタミナと表現される場合もあるが、持久力はアスリートに限らず一般学生および社会人にとっても健康的な日常生活を営むために大切な体力要素であり定期的に測定することが望ましい。一般的に持久力といえば、全身持久力（全身運動を長時間持続する能力）を意味する場合が多く、生理学的には最大酸素摂取量が最も適切な指標とされている。しかし、最大酸素摂取量の計測には呼気ガス分析機等の設備・器具が必要であり、一定時間内に多人数の測定が必要な学校体育授業等においては適切ではない。

そのため学校体育においては、1500m 走や5分間走等のフィールドテストが簡便な持久力テストとして実施され、1999年以降は20mシャトルラン（往復持久走）が文部科学省の新体力テストとして採用されて普及した（文部省、2000）。これは20m往復走をリズムに合わせて漸進的にスピードを増加し、漸増してゆくスピードについていけなくなった時点で終了する測定方法であるが、最大酸素摂取量との高い相関が確認されている（河野、1997）。さらに金子らは3分間の10m往復走による簡便なシャトル・スタミナテスト（SST）を考案した（金子ら、1986）。SSTは測定時間を3分間に規定しているが先行研究によれば、SSTの成績は最大酸素摂取量と5分間走および20mシャトルランテストと有意な相関を示し、持久力テストとしての妥当性が認識された（金子ら、1986；中尾ら、2000）。

また20mシャトルランと比較して測定時間および施設に関して簡便であるSSTは、幅広い運動能力を含む多数の一般学生を対象とした大学体育授業においても安全管理に配慮して効率的な測定が可能であると考えられる。例えば、SSTでは全員がマイペースで3分間走行後に終了するため走ることが不得意な学生にとっても比較的容易に受講できるが、20mシャトルランでは早くテストが終了して待機することに羞恥心を感じて心身を無理に追いつめられる場合が懸念される。これまでの先行研究では、SSTにおける主観的身体負担度（RPE, Rate of Perceived Exhaustion）と身体負担度（心拍数）との関連についてほとんど調査されていない。そこで本研究では、SSTを試行して工科系大学生における持久性評価を検出し、さらに主観的身体負担度と身体負担度について調査した。

## 方 法

### 1. 被検者

本研究に参加した被検者は、K大学保健体育科一年生必修科目「身体・運動科学演習」を受講した131名であった（男子116名、女子15名）。被検者の年齢、身長、体重、BMIについてはTable1に示した。身長および体重は、男子が女子と比較して有意に高い値を示したが、BMIについては有意差は無く、男子（ $21.6\text{kg/m}^2$ ）女子（ $20.7\text{kg/m}^2$ ）ともに標準値を

示した。各被検者はK大学定期健康診断を受診し、心肺機能は正常であり身体活動において医学的に問題が無いことが確認された。なお、本測定は定期体力テストの一項目として実施された。

## 2. シャトル・スタミナテスト (SST)

### 1) SST 手順および走行距離測定方法

体育館内に 10m の距離をおいて両側にコーンを立て、その間の 5m 地点に走行距離計測用のラインテープを印した。被験者はスタートの合図から 3 分間に 10m 区間の往復走をできるだけ多く繰り返すように指示された。測定中、経過時間はデジタイマ (SEIKO Sports Counter KT-101) で表示され、検者が 30 秒毎にマイクを用いて大きな声で読み上げた。そして 3 分の終了前には 20 秒、10 秒、5 秒の秒読みの後にテスト終了を告げた。各被験者のパートナーは 3 分間内の走行距離を 1m 単位で計測した (10m x 片道回数 + 停止点までの距離。簡略化のため、コーンを回る距離を除いた。)。なお、測定前に安全管理と危険防止のために以下 3 点の注意を与えた。(1) 3 分間の全力走であり最初からペースを上げ過ぎずペース配分に注意する。(2) 折り返し点では、左まわりで小刻みにコーンを回り他コースの走者との接触に注意する。(3) 運動終了後は直ぐに立ち止まらずクールダウン (歩行、ストレッチ等) を行う。

### 2) SST の身体負担度

#### ① 心拍数

各被検者は指先 (人差し指、中指、薬指) を手首にある橈骨動脈に軽く当て触診法により安静および SST 終了直後の心拍数をそれぞれ測定した。安静心拍数は、授業開始時において測定に関する注意事項を説明する際に計測された。また SST 終了直後に検者は心拍数を測定するよう被検者に指示を出し、10 秒ごとに (約 1 分間) 時間を読み上げた。各被検者は心拍数を 30 秒間測定し、2 倍した値を記録用紙に記入した。また SST 終了直後の心拍数については、推定最大心拍数を (220 - 年齢) により計算し (ACSM 1995)、そのパーセンテージを % 推定最大心拍数として計算した。

#### ② 主観的身体負担度

SST 終了後の心拍数測定後、直ちに主観的身体負担度 (SST 測定後どのように感じたか) を①きつい、②ややきつい、③普通、④楽である、の 4 段階で評価させた。この①～④の尺度は、Borg の RPE (15 : hard, 13 : somewhat hard, 11 : fairly light, 9 : very light) を基に作成されたものであり、SST に関する先行研究において使用されている (木村ら、1998)。

### 3) 統計処理

各測定項目については、平均 $\pm$ 標準偏差で示した。男女2群間における平均の差についてはt検定(両側)を用いて分析した。またSST主観的身体負担度については、男女2群間における各カテゴリーの出現頻度を求め $\chi^2$ 検定を行った。そしてSST走行距離における度数分布の正規性については、松井ら(1985)の方法で検定した。なお本研究における検定の有意判定は5%を水準とした。

## 結 果

Table2はSST結果を示している。走行距離については、男子が女子よりも有意に高い値を示した(489.2 vs 422.9m)。金子らが作成したSST評価基準を用いると(金子ら、2005)、本研究被検者は男女ともに同年齢18歳における「普通」評価を示した(“男子480~505m” “女子423~445m”)。また主観的身体負担度の分布については、男女間に有意な差が示された(Figure1)。男子平均値(1.6)は女子平均値(2.2)より有意に低く、男子が「1. きつい」と感じた人数が最も多かったのに対して女子は「2. ややきつい」が主な回答であった。しかしながら、心拍数反応においては、安静およびSST終了後いずれも男女間に有意差は示されなかった(男子vs女子: 72 vs 73: 149 vs 153 拍/分)。さらに推定最大心拍数におけるパーセンテージについても男女間に有意な差は示されなかった(男子74.1% vs 女子75.9%)。

Figure2は男子SST走行距離を5段階に評価区分し、その度数分布を示したものである(評価基準は平均値 $\pm 0.5SD$ を中心とした1SD幅区分とした)。松井ら(1985)の方法により正規性を検定した結果、有意水準5%において正規分布が確認された( $\chi^2_0 = 5.260$ ,  $\chi^2 = 5.991$ ,  $\chi^2_0 < \chi^2$ )。また同様に女子のSST度数分布においても検定を行った結果、有意水準5%において正規分布が確認された。( $\chi^2_0 = 3.524$ ,  $\chi^2 = 5.991$ ,  $\chi^2_0 < \chi^2$ )。

## 考 察

日頃実験や課題で多忙なスケジュールをおくる工科系大学生にとって保健体育授業は、身体を動かし仲間と触れ合う機会を提供し、心と体の健康を維持増進する大切な役割がある。全身持久力は、日常の疲労感に影響し学生生活を健全に過ごすために必要な体力要素であるため、各自が定期的に測定して客観的に理解することは有意義である。近年新体力テストとして普及した20mシャトルランは、漸進的にスピードが増加するため疲労困憊にいたるまでには長時間が必要とされる場合があり、その際に生じる心身への疲労が相当高くなる場合もあることを考慮すれば、限られた施設内で短時間に多人数を測定することが必要とされる大学保健体育授業で採用するには難かしい側面がある。一方、SSTは測定時間(3分間)お

よび施設 (10 m) において簡便であり、安全管理を含めてより有効な持久力テストであると考えられる。また3分間ではあるが全身持久力テストとしての妥当性は先行研究において確認されており、SST の成績は最大酸素摂取量および 20 m シャトルランと有意な相関が示されている (中尾ら, 2000)。そこで本研究ではK大学保健体育授業において SST を試行し、さらにこれまで研究が進行していない身体負担度 (心拍数) と主観的身体負担度 (RPE) との関連性を調査して工科系大学生の全身持久性評価について検討した。

本研究における SST 成績は、男子平均値が 489.2m で女子平均値が 422.9m であり、金子ら (2005) が作成した SST 評価基準表を用いると男女ともに 18 歳における“普通”評価の範囲内であった (男子 480 ~ 505m、女子 423 ~ 445m)。また SST 成績の度数分布については、有意水準 5% において男女共に正規分布が確認された。そして BMI に関しても男女ともに平均値が標準の範囲内であった (男子 21.6kg/m<sup>2</sup>、女子 20.7kg/m<sup>2</sup>)。これらの結果からK大学生は全国の他大学生と比較して標準的な体格と持久力を備えていると評価できる。また持久力では男女同じ評価「普通」であったが、主観的身体負担度 (RPE) 分布では男子 (1.6) は女子 (2.2) より有意に低い値を示した。つまり男子は女子よりも主観的に高い疲労感を感じたと推測できる。これに関して男子 (489.2m) は、SST 評価基準表における「普通」(480~505m) の範囲内でも中部を示したが、女子 (422.9m) は「普通」(423 ~ 445m) の最上部を示したことから、男子の方が身体的な運動負荷が女子よりやや高かったとも考察できる。

金子らは男子体育大学生 5 名につき SST における心拍数をテレメーターを用いて測定した結果、176 拍 / 分であった (金子ら, 1986)。本研究における男子の心拍数 (149 拍 / 分) より高い値が測定された理由として、まずは被検者の相違が考えられる。日常的に走る動作を行っている体育大学生は (3 分間走) SST においてマイペースを比較的に把握しやすいが、工科系大学には走ることに慣れていない学生も含まれておりペース配分が難しい場合もあったと推測できる。また本研究では心拍数を触診法で測定したが金子らはテレメーターを使用した。多人数の測定には費用を考慮しなければならないが今後の研究課題としてテレメーターを活用してより正確なデータを収集することが望ましいと考える。

本研究では、男子と女子の心拍数 (男子 149 拍 / 分、女子 153 拍 / 分) および%推定最大心拍数 (男子 74.1%、女子 75.9%) において有意差は観察されなかった。男女共に身体的負担は、全身持久力テストとしては最大下の水準である (74 ~ 76%)。しかし、主観的身体負担度が男子 (1.6) と女子 (2.2) で「きつい」から「ややきつい」の範囲内であり、さらに持久力が SST 評価基準表において「普通」(男子 489.2m、女子 422.9m) であったこと及び安全性を優先して考慮すれば、約 75% は工科系大学体育授業中の持久力測定テストとして適切な強度であるとも考えられる。運動することに苦手意識を感じたり、授業時間割が詰まり課題やテスト準備のために多忙な学生の場合においても SST は各自の持久性レベルを簡便に測定して客観的に理解する機会を提供できると考えられる。例えば、SST ではマイペースで 3 分間走行後に全員終了するため走ることが不得意な学生にとっても比較的容易に受講できる

が、20 mシャトルランでは早くテストが終了して待機することに羞恥心を感じて心身を無理に追い込む場合等が懸念される。なお131名すべてのSSTは25分間で大きな事故や怪我もなく無事終了した。授業終了後、気分が悪くなったと報告に来た学生が1名いたので健康相談室で確認をしたが異常はなかった。本人のSSTが終了後間もなくパートナーのSSTが始まり走行回数を数えているときに気分が悪くなったそうであった。これはクールダウンの不足が原因と考えられるため今後の改善点として、パートナーの次回SSTを開始する前にSST終了者のためのストレッチや水分補給の休憩時間を十分考慮しなければならない。

要約すると、本研究ではSSTを試行してK大学生の全身持久性評価について検討した。その結果、持久力は男女ともに同年齢における評価基準の標準値を示し、SST度数分布については正規性が確認された。また身体負担度（%推定最大心拍数）に関しては、男子（74.1%）と女子（75.9%）の平均値に有意差は無く、主観的身体負担度（男子1.6「きつい」、女子2.2「ややきつい」）と安全性を考慮すれば、SSTの心身への負荷は適度であると考えられる。131人すべての測定は約25分間で大きな事故もなく無事終了した。これらの結果からSSTは工科系大学保健体育授業における持久性を評価する測定方法として適切であると考えられる。今後は安全性向上と事故防止のためにSST測定間隔に配慮し、SSTを終了した被検者が（パートナーの次回SSTが開始する前に）水分補給やクールダウンを余裕を持って行える時間を設ける必要がある。また身体負担度を正確に把握するために触診法でなく心拍数計を用いて心拍数を測定することも重要であると考えられる。さらに今回は女子学生の人数が男子学生に比べて少数であったため、より多数の女子学生の測定を今後継続して実施することが大切である。

Table 1. Characteristics of subjects (Mean  $\pm$  SD)

	Men (n=116)	Women (n=15)	
Age	18.3 $\pm$ 0.6	18.6 $\pm$ 0.8	NS
Height (cm)	170.6 $\pm$ 5.9	156.3 $\pm$ 4.3	p<0.05
Weight (kg)	62.8 $\pm$ 11.0	50.5 $\pm$ 7.3	p<0.05
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.6 $\pm$ 3.6	20.7 $\pm$ 2.7	NS

Table 2. Shuttle Stamina Test results (Mean  $\pm$  SD)

	Men	Women	
Total Running Distance (m)	489.2 $\pm$ 44.4	422.9 $\pm$ 30.8	p<0.05
RPE	1.6 $\pm$ 0.8	2.2 $\pm$ 0.8	p<0.05
Heart rate at rest (beats/min)	72 $\pm$ 11	73 $\pm$ 13	NS
Heart rate after SST (beats/min)	149 $\pm$ 35	153 $\pm$ 20	NS
%Estimated heart rate max (%)	74.1 $\pm$ 17.1	75.9 $\pm$ 9.3	NS

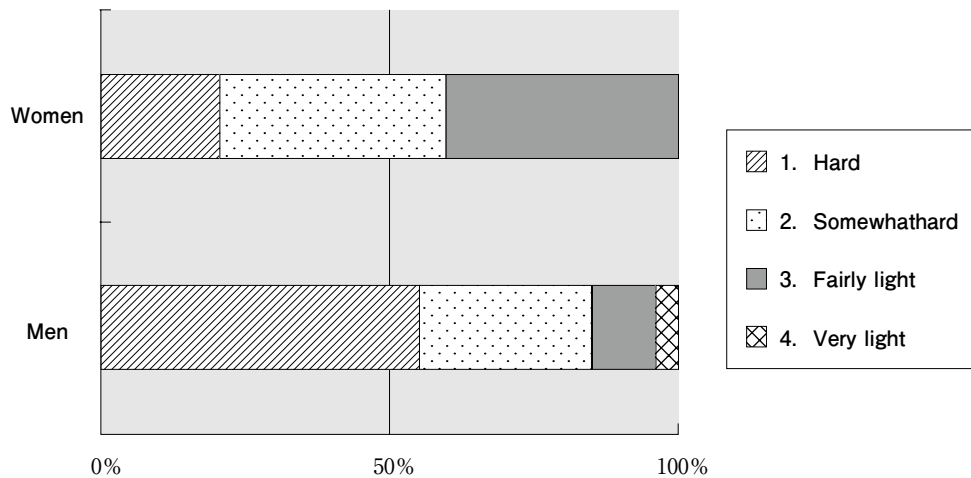


Figure 1. Rate of perceived exhaustion in response to Shuttle Stamina Test

$p < 0.05$  Men vs Women ( $\chi^2$  test)

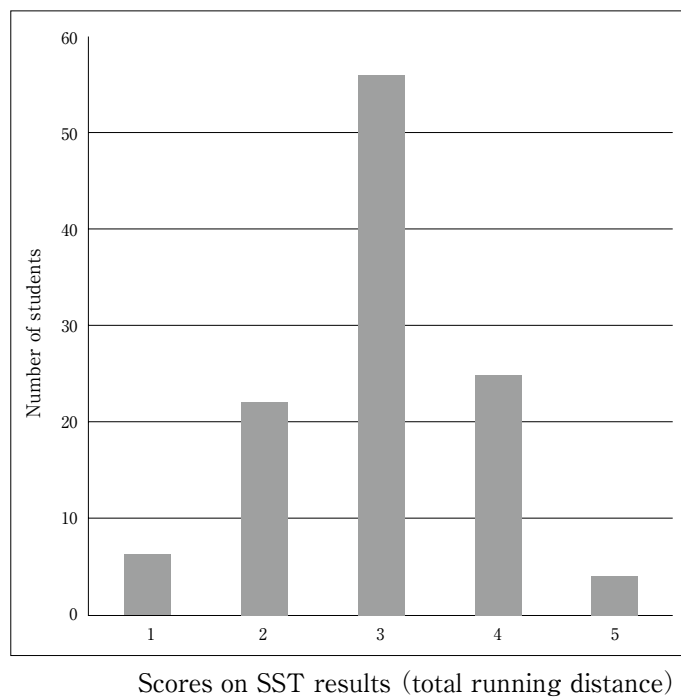


Figure 2. Normal distribution of SST results (Men)

The range of SST results in each score :

1) ~ 422m 2) 423 ~ 466m 3) 467 ~ 510m 4) 511 ~ 554m 5) 555m ~

## 謝辞

本研究においてご支援いただき保健体育科目の授業運営等につきご指導とご協力いただきました数馬広二教授と桂良寛准教授および武田典子准教授に心からお礼申し上げます。そして、体力測定にご協力いただきました本学非常勤講師の河先真弓先生、武井大輔先生、望月康司先生、重藤誠市郎先生に心から感謝いたします。また保健体育科事務職員の福井雅美氏および徳増洋子氏に深謝致します。

## 参考文献

- American College of Sports Medicine (1995) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (Fifth edition). Williams & Wilkins: 284-286.
- 金子公宥・淵本隆文・末井健作・田路秀樹・矢邊順子・西田充 (1986) 簡便な屋内持久走テストの提案、シャトル・スタミナテスト (SST) の考案と検討. 体育の科学36: 809-815.
- 金子公宥・中尾泰史・淵本隆文・藤田秀和・田路秀樹・西垣利男・末井健作 (2005) シャトル・スタミナテスト (3分間シャトル) 評価基準案の作成. 体育の科学55: 473-478.
- 木村みさか・岡山寧子・田中靖人・金子公宥 (1998) 高齢者のための簡便な持久性評価法の提案、シャトル・スタミナ・ウォークテストの有効性について. 体力科学47: 401-410.
- 河野一郎 (1997) マルチステージ・20mシャトルラン・テスト. 体育の科学47: 879-883.
- 中尾泰史・金子公宥・豊岡示朗・田路秀樹・西垣利男・末井健作 (2000) シャトル・スタミナテストの妥当性と20mシャトルランテストとの相関、小学生と中学生のデータから. 体育学研究45: 377-384.
- 日本体育学会 (2006) 最新スポーツ科学事典. 平凡社: 340-341.
- 松井三雄・水野忠文・江橋慎四郎 (1985) 体育測定法. 杏林書院: 286-299.
- 文部省 (2000) 新体力テスト、有意義な活用のために. 株式会社ぎょうせい: 84-85.

(どひ けいいちろう 本学准教授)